

# 塑膜保水集热对马铃薯种苗 PS II 荧光特性和吸收光能分配的影响

黄 伟, 杨 谋, 柳永强

(甘肃农业科学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:**为探讨寒旱区马铃薯高产高效栽培技术,以耐寒早马铃薯品种陇薯3号和喜湿热品种 LK99 为材料,研究了塑膜小拱棚处理对马铃薯叶片叶绿素特性、PS II 荧光猝灭和吸收光能分配的影响。结果表明:塑膜处理后,两个马铃薯品种叶片叶绿素含量、叶绿素 b/a、 $F_v/F_m$ 、 $F_v'/F_m'$ 、 $\Phi PS II$ 、ETR、qP 和 Pc 较对照有不同程度升高,qN 和 Hd 降低,Ex 变化不大;这种影响对喜湿热马铃薯 LK99 表现更突出。说明塑膜提供的高温高湿环境有利于两种生态型马铃薯试管苗移栽和光合效能的提高。

**关键词:**马铃薯;塑膜拱棚;PS II 荧光猝灭;吸收光能分配

**中图分类号:**S532

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2012)04-0039-03

塑膜覆盖技术不仅可以提高土地利用、水分利用效率,还可以提高农作物产量<sup>[1]</sup>,该技术已在蔬菜、粮食、棉花、油料、果木和药材等 80 余种作物生产中成功应用,并获得了巨大的经济效益和社会效益<sup>[2]</sup>。近年来,塑膜保水集热模式栽培技术在农业生产中广泛应用,取得良好增产效应,尤其在寒旱区,塑膜所提供的高温高湿条件,成为抗旱御寒栽培的有效方式<sup>[3]</sup>。覆膜也可提高土壤中拮抗性链霉素和抗真菌放线菌比例,为植物生长提供有利的微环境<sup>[4]</sup>。该试验旨在研究塑膜保水集热条件对不同生态型马铃薯苗叶绿素荧光特性和吸收光能分配的影响,为寒旱区马铃薯栽培提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试马铃薯品种为抗旱晚熟品种陇薯3号(简称 L3)和喜湿热早熟品种 LK99。

### 1.2 方法

将马铃薯试管苗移栽在盖有 40 目·cm<sup>-2</sup> 的尼龙防虫网棚中,网棚用遮光率为 50% 的遮阳网遮光,共 10 小区,每区 220 m<sup>2</sup>。处理对移栽苗搭建塑膜小拱棚 16 d 催苗,拱棚内日均温度 21℃,温差 7℃,平均湿度 94%,日均光强  $4.01 \times 10^4$  lx;对照为试管苗直接移栽于网棚,不搭建小拱棚,日

均温度 17℃,温差 11℃,平均湿度 66%,日均光强  $5.23 \times 10^4$  lx。

第 10 天测量相关指标,每隔 2 d 测 1 次,连续测 3 次。分别取棚内和棚外植株第 3~5 片完全展开叶进行各指标的测定。叶绿素含量测定采用参考文献[5]方法。叶绿素荧光动力学参数测定采用参考文献[6]方法,将棚内马铃薯植株与对照植株充分暗适应 40 min,用 PAM-2100 型便携式荧光仪在室温水平下测定每株叶片暗适应的  $F_v/F_m$ ;在  $600 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-2}$  光量子通量下测定光系统 II 有效光化学量子产量 ( $F_v'/F_m'$ )、光化学荧光猝灭(qP)、非光化学荧光猝灭(qN)、表观光合电子传递速率(ETR),光化学量子效率  $\Phi PS II = (F_m - F_t)/F_m$ 。PSII 吸收光能分配按参考文献[7]方法计算:天线热耗散百分率  $Hd = 100\% (1 - F_v/F_m)$ ,光化学反应百分率  $Pc = 100\% (qP \times F_v/F_m)$ ,PSII 反应中心非光化学耗散百分率  $Ex = 100\% [(1 - qP) \times F_v/F_m]$ 。每个指标测定重复 3 次,取平均值。数据采用 DPS 与 Microsoft Excel 软件分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 塑膜处理对马铃薯试管苗叶绿素特性影响

由图 1 可知,塑膜处理后,不同生态型马铃薯叶片叶绿素含量和叶绿素 b/a 都有不同程度的升高,LK99 和 L3 叶片叶绿素 b/a 较对照在 0.01 水平显著,叶绿素 b/a 分别较对照高 31.56%、29.19%;LK99 叶绿素含量较对照在 0.01 水平显著,L3 不显著,叶绿素含量分别较对照高 16.28%、4.55%。

收稿日期:2012-02-09

基金项目:甘肃农业科技创新专项资助项目(GSSA201109)

第一作者简介:黄伟(1978-),男,甘肃省秦安县人,学士,研究实习员,从事马铃薯栽培生理研究。E-mail: potatos@126.com。

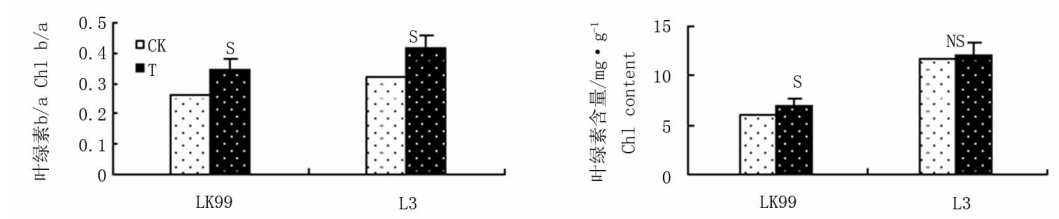


图1 塑膜处理对马铃薯叶片叶绿素含量和叶绿素 b/a 影响

CK 指对照;T 指塑膜保水集热处理;NS 指不显著;LS 指 0.05 水平显著;S 指 0.01 水平显著。下同。

Fig. 1 Influence of plastic film treatment on potato leaves' chlorophyll content and chlorophyll b/a

CK means control;T means plastic film treatment;NS means No significant;LS means significant

at 0.05 level;S means significant at 0.01 level. The same below.

## 2.2 塑膜处理对马铃薯苗移栽后 PS II 荧光特性影响

由图 2 可看出,塑膜处理后,两种生态型马铃薯叶片  $F_v/F_m$ 、 $F_v'/F_m'$ 、 $\Phi PS II$ 、ETR 和 qP 较对照均有不同程度升高,qN 较对照均降低。处理后 LK99 叶片  $F_v/F_m$ 、 $F_v'/F_m'$ 、 $\Phi PS II$ 、ETR 和 qN 较对照在 0.01 水平显著,qP 在 0.05 水平显著, $F_v/F_m$ 、 $F_v'/F_m'$ 、 $\Phi PS II$ 、ETR 和 qP 分

别较对照高 16.49%、28.39%、23.49%、21.74% 和 9.19%,qN 较对照低 15.61%。处理后 L3 叶片  $F_v/F_m$  和 qN 较对照在 0.01 水平显著, $F_v'/F_m'$ 、 $\Phi PS II$ 、qP 在 0.05 水平显著,ETR 不显著, $F_v/F_m$ 、 $F_v'/F_m'$ 、 $\Phi PS II$ 、ETR 和 qP 分别较对照高 13.99%、9.29%、8.74%、5.94% 和 7.86%,qN 较对照低 9.39%。

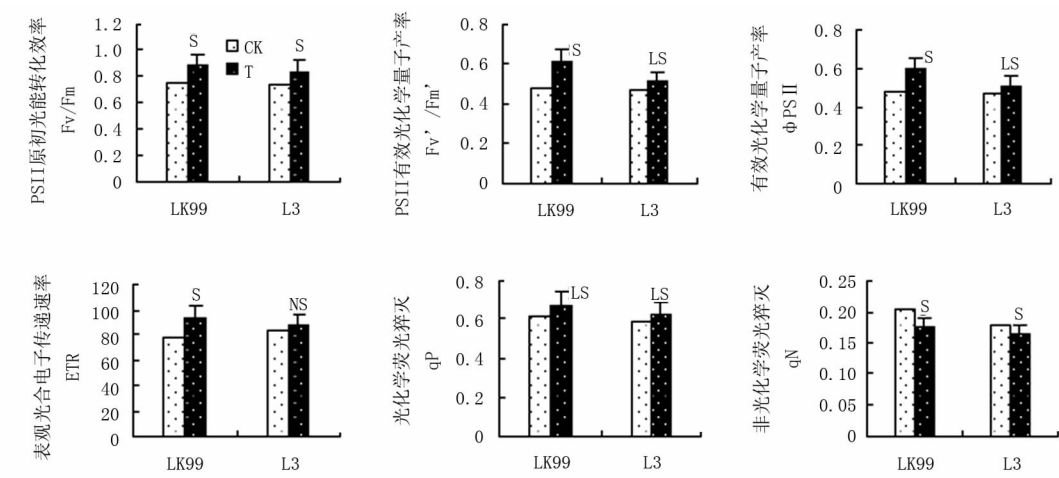
图2 塑膜处理对马铃薯叶片  $F_v/F_m$ 、 $F_v'/F_m'$ 、 $\Phi PS II$ 、ETR、qP、qN 影响

Fig. 2 Influence of plastic film treatment on potato leaves'  $F_v/F_m$ 、 $F_v'/F_m'$ 、 $\Phi PS II$ 、ETR、qP and qN

## 2.3 塑膜保水集热处理对马铃薯试管苗移栽后吸收光能分配影响

从图 3 可看出,塑膜处理后,两生态型马铃薯叶片 Hd 较对照降低,Pc 增大,Ex 变化不大。处理后,LK99 和 L3 马铃薯叶片 Hd 分配比例减少 13.4%、4.3%,较对照降低 25.38%、8.01%;Pc 分配比例增加 14.5%、4.8%,较对照升高 54.72%、17.71%;Ex 分配比例减少 1.1%、0.5%,较对照降低 5.31%、2.60%。

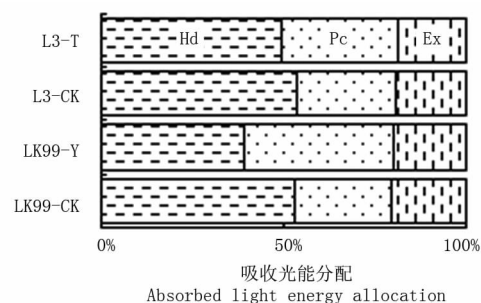


图3 塑膜处理对马铃薯叶片吸收光能分配影响

Fig. 3 Influence of plastic film treatment on potato leaves' absorbed energy allocation

### 3 讨论

PS II 叶绿素荧光为特征的光合电子传递是植物逆境响应的重要信号,也是植物抵御、耐受外来胁迫的重要反应<sup>[8]</sup>。PS II 荧光活动中,天线色素分子吸收的光能主要用于反应中心的光化学反应,而过量激发能则以热耗散方式释放<sup>[9-10]</sup>。光合色素分子荧光行为除受激发能传递、天线色素和反应中心色素的性质和定位影响外,还受反应中心氧化还原状态及 PSII 反应中心供体和受体氧化还原状态影响。正常条件下,PS II 反应中心叶绿素分子将捕获的光能用于光化学反应,通过电子传递和耦联光合磷酸化形成同化力,推动碳同化反应进行。在逆境条件下,PSII 反应中心可逆失活,成为一个能量陷阱,吸收光能不能推动电子传递,以热耗散形式散失。逆境解除后,反应中心恢复活性。这种反应中心失活可能是植物的自我保护机制,能对光合机构起一定的保护作用<sup>[5,7]</sup>。

塑膜处理后,两种生态型马铃薯叶片叶绿素含量、叶绿素 b/a、Fv/Fm、Fv'/Fm'、ΦPSII、ETR、qP 和 Pc 较对照均有升高,qN 和 Hd 降低。说明在这种新型马铃薯试管苗移栽模式下,塑膜小拱棚提供的亚高温、高湿度、低光强和低温差环境,马铃薯试管幼苗移栽适应快<sup>[3]</sup>,代谢也很快进入正常水平,因此马铃薯叶片叶绿素合成水平,也促进了叶绿素 a 向叶绿素 b 的转化,叶绿素 b/a 增大,马铃薯对光能的吸收和利用效率增加,马铃薯光化学反应加快,电子传递速率增大,吸收能量更多的被马铃薯光化学反应利用,光能热耗散减少。

塑膜对马铃薯叶片叶绿素特性、PS II 叶绿素荧光活动和吸收光能分配影响与马铃薯生态型有关。塑膜处理对早熟、喜高温高湿马铃薯品种叶绿素含量、叶绿素 b/a、Fv/Fm、Fv'/Fm'、ΦPSII、ETR、qP、Pc、qN 和 Hd 影响幅度更大。说明塑膜创造的高温、高湿和低温差环境条件更适宜喜高温高湿生态型马铃薯生存,使其在较短时间适

应移栽环境,也就在较短时间获得正常生理生化代谢,提高了叶绿素合成水平和叶绿素 a 向叶绿素 b 的转化,增强了对光能的吸收和利用效率。

在此提出,这种解释的确切性和塑膜保水集热通过何种方式促进马铃薯叶片对吸收光能有效利用的效应机制还有待进一步深入研究。

### 4 结论

塑膜保水集热模式创造了适宜于马铃薯试管苗移栽的亚高温、高湿、弱光和低温差环境。

塑膜保水集热条件下,马铃薯移栽苗叶绿素合成加快,植株捕光能力加强,光化学反应速率增加,电子传递效率加快,光利用效率提高,热耗散减少。

塑膜保水集热模式更适宜于需水量较大、喜高温高湿生态型马铃薯。

### 参考文献:

- [1] 毕继业,王秀芬,朱肖书. 地膜覆盖对农作物产量的影响[J]. 农业工程学报,2008,24(1):172-173.
- [2] 康凤琴. 地膜覆盖的气候效应[J]. 干旱气象,1991,31(1):7-11.
- [3] 柳永强,张武,王一航,等. 塑膜保水集热对马铃薯试管苗移栽适应性影响[J]. 黑龙江农业科学,2009(5):38-40.
- [4] 林雁冰,薛泉宏. 覆盖模式和小麦根系对土壤拮抗性放线菌分布的影响[J]. 应用与环境生物学报,2009,15(1):35-38.
- [5] 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [6] 王方,马廷蕊,柳永强,等. 半干旱区斑地锦入侵后马铃薯的光合响应[J]. 干旱地区农业研究,2011,27(3):40-43.
- [7] 周艳虹,黄黎峰,喻景权. 持续低温弱光对黄瓜叶片气体交换、叶绿素荧光猝灭和吸收光能分配的影响[J]. 植物生理与分子生物学报,2004,30(2):153-160.
- [8] Benedetto A H D, Garcia A F. Adoption of ornamental ar-oids to their indoor light environments[J]. Journal of Horticulturat Science,1992,67:179-188.
- [9] Nyitrai P, Sarvari E, Keresztes A. Organization of thylakoid membranes in low light grown maize seedlings; effect of lincomycin treatment[J]. Journal of Plant Physiol,1994,144:370-375.
- [10] 柳永强. 弱光对马铃薯光合作用的影响及膜伤害机理研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2007.

## Effect of Plastic Film on Potato PS II Fluorescence Characteristics and Distribution of Energy Absorption

HUANG Wei, YANG Mou, LIU Yong-qiang

(Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070)

**Abstract:** In order to probe into the cultivation techniques of high yield and high efficiency of potato in cold and arid regions, with the materials of Longshu No. 3 and LK99, the effect of plastic film on potato chlorophyll, PS II fluorescence quenching and absorbed energy distribution was studied. The results showed that compared with the control, plastic film process caused potato leaf chlorophyll content, chlorophyll b/a, Fv/Fm, Fv'/Fm', ΦPSII, ETR, qP and Pc increased qN and Hd decrease, Ex scarcely unchanged. The effect had more prominent impact on LK99. It demonstrated that plastic film could provide a hotter and humid environment which conducive to LK99 and Longshu No. 3 transplanting adaption and absorbed energy distribution.

**Key words:** potato; plastic film; PS II fluorescence quenching; absorbed energy distribution